

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re PATENT APPLICATION of
Inventor(s): UEMURA et al.

#5
23 Aug 01
R. Talbot

Appln. No.:	To Be Assigned
Series ↑	↑ Serial No.
Code	

Group Art Unit: To Be Assigned

Filed: March 29, 2001

Examiner: To Be Assigned

Title: LIGHT-EMITTING DEVICE USING A GROUP III NITRIDE
COMPOUND SEMICONDUCTOR AND A METHOD OF
MANUFACTURE

Atty. Dkt. P 277993

F00-242-US

M#

Client Ref

Date: March 29, 2001

**SUBMISSION OF PRIORITY
DOCUMENT IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF RULE 55**

Hon. Asst Commissioner of Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

Please accept the enclosed certified copy(ies) of the respective foreign application(s) listed below for which benefit under 35 U.S.C. 119/365 has been previously claimed in the subject application and if not is hereby claimed.

<u>Application No.</u>	<u>Country of Origin</u>	<u>Filed</u>
2000-096495	JAPAN	March 31, 2000

Respectfully submitted,

Pillsbury Winthrop LLP
Intellectual Property Group

1100 New York Avenue, NW
Ninth Floor
Washington, DC 20005-3918
Tel: (202) 861-3000
Atty/Sec: GPB/mjb

By Atty: Gregory P. Brummett

Reg. No. 41646

Sig: 

Fax: (202) 822-0944
Tel: (202) 861-3683

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

#5
23 Aug 01
R. Talbot

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 3月31日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-096495

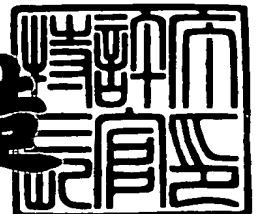
出 願 人
Applicant (s):

豊田合成株式会社
株式会社豊田中央研究所

2001年 1月26日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3000648

【書類名】	特許願
【整理番号】	P99141TG
【提出日】	平成12年 3月31日
【あて先】	特許庁長官 殿
【国際特許分類】	H01L 33/00
【発明者】	
【住所又は居所】	愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1 番地 豊田合 成株式会社内
【氏名】	上村 俊也
【発明者】	
【住所又は居所】	愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1 番地 豊田合 成株式会社内
【氏名】	長坂 尚久
【発明者】	
【住所又は居所】	愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1 番地 豊田合 成株式会社内
【氏名】	橋村 昌樹
【発明者】	
【住所又は居所】	愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1 番地 豊田合 成株式会社内
【氏名】	平野 敦雄
【発明者】	
【住所又は居所】	愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 4 1 番地の 1 株 式会社豊田中央研究所内
【氏名】	只野 博
【発明者】	
【住所又は居所】	愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 4 1 番地の 1 株 式会社豊田中央研究所内
【氏名】	加地 徹

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株
式会社豊田中央研究所内

【氏名】 細川 秀記

【特許出願人】

【識別番号】 000241463

【氏名又は名称】 豊田合成株式会社

【代表者】 堀籠 登喜雄

【特許出願人】

【識別番号】 000003609

【氏名又は名称】 株式会社豊田中央研究所

【代表者】 高橋 理一

【代理人】

【識別番号】 100087723

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤谷 修

【電話番号】 052-363-2558

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007445

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9005344

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 III族窒化物系化合物半導体発光素子及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板の上に III族窒化物系化合物半導体より成る複数の半導体層が結晶成長により積層された半導体発光素子において、

前記基板の発光層が位置する側とは反対側の面に、

透光性の金属酸化物又は透光性のセラミックスより成る透光層と、

前記発光層から放出される光を前記基板側に反射する金属製の反射層とを順次積層することにより、鏡部が形成されていることを特徴とする III族窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項2】 基板の上に III族窒化物系化合物半導体より成る複数の半導体層が結晶成長により積層された半導体発光素子において、

前記基板の発光層が位置する側とは反対側の面に、

前記発光層から放出される光を前記基板側に反射する金属製の反射層と、

金属酸化物又はセラミックスより成る耐蝕層とを順次積層することにより、鏡部が形成されていることを特徴とする III族窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項3】 前記鏡部の最後に積層される層として、

更に、金属酸化物又はセラミックスより成る耐蝕層が積層されていることを特徴とする請求項1に記載の III族窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項4】 前記反射層は、

アルミニウム (A l)、銀 (A g)、又はこれらの金属元素の内の少なくとも1種類以上を含んだ合金より形成されている

ことを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の III族窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項5】 前記反射層の膜厚は、

5 n m以上、2 0 μ m以下である

ことを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の III族窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項6】 前記透光層は、

Al_2O_3 、 TiO_2 、 MgO 、 MgCO_3 、 Ta_2O_5 、 ZnO 、 In_2O_3 、 SiO_2 、 SnO_2 、 ZrO_2 等の、透光性の酸化金属又は酸化物より形成されている

ことを特徴とする請求項1、請求項3、請求項4、又は請求項5に記載の III族窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項7】 前記透光層の膜厚は、

5 nm以上、10 μm 以下である

ことを特徴とする請求項1、又は、請求項3乃至請求項6のいずれか1項に記載の III族窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項8】 前記耐蝕層は、

Al_2O_3 、 TiO_2 、 MgO 、 MgCO_3 、 Ta_2O_5 、 ZnO 、 In_2O_3 、 SiO_2 、 SnO_2 、 ZrO_2 等の、耐蝕性の酸化金属又は酸化物、
或いは、

耐蝕性の金属炭化物、金属窒化物又は金属ホウ化物
より形成されている

ことを特徴とする請求項2乃至請求項7の何れか1項に記載の III族窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項9】 前記耐蝕層の膜厚は、

5 nm以上、10 μm 以下である

ことを特徴とする請求項2乃至請求項8のいずれか1項に記載の III族窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項10】 前記基板は、

厚さが75 μm 以上、150 μm 以下のサファイヤより構成されている

ことを特徴とする請求項1乃至請求項9のいずれか1項に記載の III族窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項11】 前記反射層は、

ロジウム (Rh)、ルテニウム (Ru)、白金 (Pt)、金 (Au)、銅 (Cu)、パラジウム (Pd)、クロム (Cr)、ニッケル (Ni)、コバルト (C

o)、チタン (Ti)、インジウム (In)、モリブデン (Mo)、又はこれらの金属元素の内の少なくとも1種類以上を含んだ合金より形成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項10のいずれか1項に記載の III族窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項12】 前記反射層は、
複数の金属層より構成された多層構造を有する
ことを特徴とする請求項1乃至請求項11のいずれか1項に記載の III族窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項13】 請求項1乃至請求項12のいずれか1項に記載の III族窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法であって、

前記基板と電極等を有して前記複数の半導体層より成る半導体ウエハの前記基板側の面に、前記透光層、及び／又は、前記反射層、及び／又は、前記耐蝕層より成る前記鏡部の各層を、順次、スパッタリング又は蒸着により成膜する鏡部成膜工程を有する

ことを特徴とする III族窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法。

【請求項14】 前記半導体ウエハを前記半導体発光素子単位に分割するブレード工程を更に有する

ことを特徴とする請求項13に記載の III族窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法。

【請求項15】 前記半導体ウエハを前記電極側から所定の深さまで切削することにより、前記半導体発光素子単位の分離溝を形成する分離溝形成工程と、

前記半導体ウエハの前記基板を所望の厚さにまで研削又は研磨する薄板化工程と、

前記半導体ウエハの前記基板側の面が表側に表れる様に、前記半導体ウエハを粘着シートに貼り付ける貼り付け工程と、

前記半導体ウエハの前記基板側の面に前記半導体発光素子単位に分割線を罫描くスクライブ工程と、

前記鏡部成膜工程と
を有して、

これらの各工程を本請求項に記載の順序で直列に実行することを特徴とする請求項 1 3 又は請求項 1 4 に記載の III 族窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、III 族窒化物系化合物半導体発光素子とその製造方法に関し、特に、反射効果等を鑑みて形成される基板裏面の鏡部の構造とその形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

反射効果等を鑑みて基板裏面に鏡部が形成された III 族窒化物系化合物半導体発光素子、又はその製造方法に関する従来技術としては、公開特許公報「特開平 1 1 - 1 2 6 9 2 4 : 窒化ガリウム系化合物半導体素子の製造方法」や「特開平 1 1 - 1 2 6 9 2 5」、「特開平 5 - 1 2 9 6 5 8」、「特開平 1 1 - 2 6 1 1 1 2」に記載されているもの等が一般に知られている。

【0003】

図 1 4 は、上記の公開特許公報「特開平 1 1 - 1 2 6 9 2 4 : 窒化ガリウム系化合物半導体素子の製造方法」で開示されている III 族窒化物系化合物半導体発光素子を例示する半導体発光素子 9 0 0 の模式的な断面図である。

薄板状の基板 1 1 は、略正方形に形成されている。この基板 1 1 の上には、バッファ層 1 2 が設けられ、その上に n 型コンタクト層 1 3（以下、「高キャリア濃度 n^+ 層 1 3」或いは、単に「 n^+ 層 1 3」等と言う場合がある。）が形成されている。この高キャリア濃度 n^+ 層 1 3 の上に n 型クラッド層 1 4 が形成されている。

【0004】

そして、n 型クラッド層 1 4 の上にバリア層 1 5 1 と井戸層 1 5 2 とが交互に周期的に積層された多重量子井戸 (MQW) 構造の発光層 1 5 が形成されている。バリア層 1 5 1 は 6 層、井戸層 1 5 2 は 5 層である。発光層 1 5 の上には p 型

クラッド層 16 が形成されている。さらに、p 型クラッド層 16 の上には p 型コンタクト層 17 が形成されている。

【0005】

又、コンタクト層 17 の上の透光性の正電極 18 A は、コンタクト層 17 に接合する 1 層目の薄膜金属層と、この薄膜金属層に接合する 2 層目の薄膜金属層とで構成されている。 n^+ 層 13 上の負電極 18 B は、多層構造の複数の金属層より構成されている。更に、正電極 18 A 上の一部領域には、金属製の電極パッド 20 が形成されている。

また、基板 11（サファイア基板 11）の裏面には、膜厚約 200nm のアルミニウム (Al) から成る金属層 90（鏡部 90）が形成されている。

【0006】

また、例えば、サファイア等から構成される基板は一般に固いので、半導体ウエハを正確に分離するために、半導体発光素子 900 の集合体である一連の半導体ウエハ（図略）の基板の上下両面には、上記の各電極形成後、分離溝や分割線（スクライブライン）が設けられる。

この分離溝を半導体ウエハの電極側の面（上側）より形成する際には、基板にある程度の強度が要求されるため、基板の厚さは約数百 μm 程度とされるが、その後、歩留り良く半導体発光素子を分離するために、基板は適当な厚さにまで研磨される。上記の分割線は、この研磨済みの基板裏側の表面（ひょうめん）にスクライブされるものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、この様な従来技術においては製造工程上以下の問題があり、上記の様な反射金属層を有する III 族窒化物系化合物半導体発光素子は、その量産や商用化が容易でなかった。

【0008】

（問題点 1）分割線の形成手順の問題

以下の理由（障害要因）により、基板裏面の金属層を形成する前に分割線（スクライブライン）を半導体ウエハの裏面（基板の裏側表面（ひょうめん））に入

れる必要が有る。

(理由 a) スクライピングカッターは、ダイヤモンドの粒(小片)を多数集めて構成されているが、このカッターの刃は、成膜された金属により目詰まりを起こすため、金属層形成後は分割線が形成できない。

(理由 b) スクライピングカッターの位置合わせを正確に行う際、被切削面上に成膜された金属層が障害となる。また、上記の公開特許公報に掲載されている様な、位置合わせのために金属層を基板裏面の一部分領域には形成しない方法も考えられるが、上記の従来技術におけるこの様な方法によれば、金属層(鏡部)が無く製品化できない半導体発光素子が生じてしまい、歩留りが低下する。

【0009】

しかしながら、以下の理由(障害要因)により、金属層90(鏡部90)を形成する前に分割線を半導体ウエハの裏面(基板の裏側表面)に入れる(スクライプする)ことは容易でない。

(理由 c) 半導体ウエハは、通常粘着シートに密着・固定された状態でスクライプされるが、その後、粘着シートが付着したままの状態では半導体ウエハの基板面に金属層を成膜させると、成膜処理中に粘着シートの表面上の粘着材から不要なガスが多量に揮発する。このガスは蒸着又はスパッタされる金属と化学的に結合するため、成膜される金属層の、反射率や基板との親和性(密着性)が大きく低下する。

【0010】

(問題点2) 鏡部の耐蝕性の問題

発光素子をリードフレーム、サブマウント、ステム等の基材にボンディングするために用いる接着剤(例えば、銀を含んだペースト材等)と上記の鏡部の金属層とが接触し、金属層が合金化や酸化等により劣化して、鏡部の反射率が低下することがある。

また、ブレーク工程を含めブレーク工程以降の発光素子の取り扱い時に、反射層に傷が付くことがあり、損傷の度合いによっては、反射光の光量が低下したり、或いは反射層が剥離したりする恐れが生じる。

【0011】

本発明は、上記の課題を解決するために成されたものであり、その目的は、高光度で長寿命の半導体発光素子を低コストで量産するための、発光素子の構造とその製造方法を提案することである。

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するためには、以下の手段が有効である。

即ち、第1の手段は、基板の上に III族窒化物系化合物半導体より成る複数の半導体層が結晶成長により積層された半導体発光素子において、基板の発光層が位置する側とは反対側の面に、透光性の金属酸化物又は透光性のセラミックスより成る透光層と、発光層から放出される光を基板側に反射する金属製の反射層とを順次積層することにより、鏡部を形成することである。

【 0 0 1 3 】

また、第2の手段は、基板の上に III族窒化物系化合物半導体より成る複数の半導体層が結晶成長により積層された半導体発光素子において、基板の発光層が位置する側とは反対側の面に、発光層から放出される光を基板側に反射する金属製の反射層と、金属酸化物又はセラミックスより成る耐蝕層とを順次積層することにより、鏡部を形成することである。

【 0 0 1 4 】

また、第3の手段は、上記の第1の手段において、鏡部の最後に積層される層として、更に、金属酸化物又はセラミックスより成る耐蝕層を積層することである。

【 0 0 1 5 】

また、第4の手段は、上記の第1乃至第3の何れか1つの手段において、反射層をアルミニウム (A l)、銀 (A g)、又はこれらの金属元素の内の少なくとも1種類以上を含んだ合金より形成することである。

【 0 0 1 6 】

また、第5の手段は、上記の第1乃至第4の何れか1つの手段において、反射層の膜厚を 5 n m以上、2 0 μ m以下にすることである。

【 0 0 1 7 】

また、第6の手段は、上記の第1、第3、第4、又は第5の何れか1つの手段において、透光層を Al_2O_3 、 TiO_2 、 MgO 、 MgCO_3 、 Ta_2O_5 、 ZnO 、 In_2O_3 、 SiO_2 、 SnO_2 、 ZrO_2 等の、透光性の酸化金属又は酸化物より形成することである。

【0018】

また、第7の手段は、上記の第1の手段、又は、上記の第3乃至第6の何れか1つの手段において、透光層の膜厚を5nm以上、10 μm 以下にすることである。

【0019】

また、第8の手段は、上記の第2乃至第7の何れか1つの手段において、耐蝕層を Al_2O_3 、 TiO_2 、 MgO 、 MgCO_3 、 Ta_2O_5 、 ZnO 、 In_2O_3 、 SiO_2 、 SnO_2 、 ZrO_2 等の、耐蝕性の酸化金属又は酸化物、或いは、耐蝕性の金属炭化物、金属窒化物又は金属ホウ化物より形成することである。

【0020】

また、第9の手段は、上記の第2乃至第8の何れか1つの手段において、耐蝕層の膜厚を5nm以上、10 μm 以下にすることである。

【0021】

また、第10の手段は、上記の第1乃至第9の何れか1つの手段において、基板を厚さが75 μm 以上、150 μm 以下のサファイヤより構成することである。

【0022】

また、第11の手段は、上記の第1乃至第10の何れか1つの手段において、反射層をロジウム(Rh)、ルテニウム(Ru)、白金(Pt)、金(Au)、銅(Cu)、パラジウム(Pd)、クロム(Cr)、ニッケル(Ni)、コバルト(Co)、チタン(Ti)、インジウム(In)、モリブデン(Mo)、又はこれらの金属元素の内の少なくとも1種類以上を含んだ合金より形成することである。

【0023】

また、第 1 2 の手段は、上記の第 1 乃至第 1 1 の何れか 1 つの手段において、反射層を複数の金属層より構成された多層構造にすることである。

【 0 0 2 4 】

また、第 1 3 の手段は、基板と電極等を有して複数の半導体層より成る半導体ウエハの基板側の面に、透光層、及び／又は、反射層、及び／又は、耐蝕層より成る鏡部の各層を、順次、スパッタリング又は蒸着により成膜する鏡部成膜工程を、上記の III 族窒化物系化合物半導体発光素子の製造工程に設けることである。

【 0 0 2 5 】

更に、第 1 4 の手段は、上記の第 1 3 の手段において、半導体ウエハを半導体発光素子単位に分割するブレイク工程を更に設けることである。

【 0 0 2 6 】

また、第 1 5 の手段は、上記の第 1 3 又は第 1 4 の手段において、上記の半導体ウエハを電極側から所定の深さまで切削することにより半導体発光素子単位の分離溝を形成する分離溝形成工程と、半導体ウエハの基板を所望の厚さにまで研削又は研磨する薄板化工程と、半導体ウエハの基板側の面が表側に表れる様に、半導体ウエハを粘着シートに貼り付ける貼り付け工程と、半導体ウエハの基板側の面に半導体発光素子単位に分割線を罫描くスクライブ工程と、上記の鏡部成膜工程とを組み合わせて、これらの各工程を本請求項に記載の順序で直列に実行することである。

以上の手段により、前記の課題を解決することができる。

【 0 0 2 7 】

【作用及び発明の効果】

基板と反射層との間に、透光性の金属酸化物又は透光性のセラミックスより成る透光層を設けることにより、粘着シートからのガスの揮発を抑えることができるので、反射層の反射率の低下を防止することが可能となる。

【 0 0 2 8 】

また、鏡部の最後に積層される層として、金属酸化物又はセラミックスより成る耐蝕層を積層することにより、鏡部の耐蝕性の問題（前記の問題点 2）を解決

することができる。これは、本耐蝕層により、反射層が保護されるためである。

この耐蝕層の材料としては、反射層と合金化し難く、機械的強度が高く硬質な、耐蝕性の有るものであれば良く、望ましくは、半田等によりリードフレーム、サブマウント、ステム等の基材に確実にボンディングすることが容易なものが良い。この様な条件を満たす材料としては、金属酸化物や、セラミックス等が考えられる。

【0029】

また、反射層の材料として、アルミニウム (Al)、銀 (Ag)、又はこれらの金属元素の内の少なくとも1種類以上を含んだ合金を選択することにより、極めて反射率の高い反射層を構成することが可能となる。

この反射層の膜厚は、5 nm以上、20 μ m以下であれば良い。ただし、より望ましいこの膜厚の範囲は、金属の種類にも若干は依存するものの、概ね30～1000 nm程度であり、更により望ましくは50～500 nm程度が理想的である。この膜厚が薄過ぎると反射率が低くなり、また、厚過ぎると成膜コスト（金属材料、成膜時間等のコスト）が必要以上に高くなる。

【0030】

また、前記の条件を満たす透光層の材料としては、より具体的には、 Al_2O_3 、 TiO_2 、MgO、 $MgCO_3$ 、 Ta_2O_5 、ZnO、 In_2O_3 、 SiO_2 、 SnO_2 、 ZrO_2 等の、透光性の酸化金属又は酸化物等が考えられる。

この透光層の膜厚は、5 nm以上、10 μ m以下であれば良い。ただし、より望ましいこの膜厚の範囲は、材料の種類にも依存するものの、概ね10～500 nm程度であり、更により望ましくは20～300 nm程度が理想的である。この膜厚が薄過ぎると基板との密着性が弱くなり、また、厚過ぎるとその厚さに応じて透光量が徐々に低下すると共に、成膜コスト（材料、成膜時間等のコスト）が必要以上に高くなる。

【0031】

また、前記の条件を満たす耐蝕層の材料としては、より具体的には、 Al_2O_3 、 TiO_2 、MgO、 $MgCO_3$ 、 Ta_2O_5 、ZnO、 In_2O_3 、 SiO_2 、 SnO_2 、 ZrO_2 等の、耐蝕性の酸化金属又は酸化物、或いは、耐蝕性の

金属炭化物、金属窒化物又は金属ホウ化物等が考えられる。

この耐蝕層の膜厚は、5 nm以上、10 μ m以下であれば良い。ただし、より望ましいこの膜厚の範囲は、材料の種類にも依存するものの、概ね30～500 nm程度であり、更により望ましくは50～300 nm程度が理想的である。この膜厚が薄過ぎると鏡部の耐蝕性の問題（前記の問題点2）が表面化し、また、厚過ぎると成膜コスト（材料、成膜時間等のコスト）が必要以上に高くなる。

【0032】

また、基板を厚さが75 μ m以上、150 μ m以下のサファイヤより構成することにより、分割線（スクライブライン）を昇描くスクライブ工程と、その後のスクライブ工程において、歩留り良く半導体チップを分離することができる。ただし、この基板のより望ましい厚さは、80～110 μ m程度であり、更により望ましくは、約85～100 μ m程度が理想的である。

この基板の厚さが厚過ぎると歩留りが低下し、また、この基板の厚さが薄過ぎると、その後の洗浄工程やスクライブ工程に十分に耐え得る基板の強度を得ることができなくなる。

【0033】

また、反射層をロジウム（Rh）、ルテニウム（Ru）、白金（Pt）、金（Au）、パラジウム（Pd）、クロム（Cr）、ニッケル（Ni）、コバルト（Co）、チタン（Ti）、インジウム（In）、モリブデン（Mo）、又はこれらの金属元素の内の少なくとも1種類以上を含んだ合金より形成することによっても上記の作用効果のある程度まで有効に得ることができる。

【0034】

中でも特にロジウム（Rh）は、銀（Ag）やアルミニウム（Al）程ではないが、反射率が高い金属であるため、反射層には有用な金属である。また、ロジウム（Rh）は、銀（Ag）やアルミニウム（Al）よりも固い金属であるため、スクライビングカッターの目詰まりが生じ難い。このため、反射層をロジウム（Rh）で構成することにより、前記の分割線の形成手順の問題（前記の問題点1）の理由aを排除することが可能となる。

【0035】

また、ロジウム (R h)、ルテニウム (R u)、白金 (P t)、金 (A u)、ニッケル (N i)、コバルト (C o)、パラジウム (P d) は、比較的耐蝕性に優れた金属であるため、前記の耐蝕層を形成しない場合に、特に有効である。

【 0 0 3 6 】

また、ロジウム (R h)、ルテニウム (R u)、ニッケル (N i)、コバルト (C o) は、基板との親和性 (密着性) に比較的優れた金属であるため、前記の透光層を形成しない場合に、特に有効である。例えば、透光層の代わりに、或いは、反射層の一部として反射層の中で最初に積層される層として、ロジウム (R h) より成る膜厚約 1 5 Å 程度の薄膜金属層を積層する等の方法を採用しても良い。例えば、このような構成によれば、ロジウム (R h) は反射率が比較的高い金属であるため、鏡部全体の反射率を落すことなく、鏡部の剥離を防止する効果が得られる。

【 0 0 3 7 】

また、金 (A u) は、赤色光に対して、アルミニウム (A l) よりも高い反射率を示すため、比較的長波長の光を発光する半導体発光素子の反射層を構成する金属として特に有効である。

【 0 0 3 8 】

また、ロジウム (R h)、ルテニウム (R u)、白金 (P t)、金 (A u)、又はこれらの金属元素の内の少なくとも 1 種類以上を含んだ合金は、蒸着又はスパッタリングによる成膜時に、雰囲気ガスと化学結合し難いため、前記の透光層を成膜しなくとも反射率の高い鏡部を構成し得る。

【 0 0 3 9 】

また、前記の第 1 3 の手段により、即ち、分割線形成後に、透光層、及び／又は、反射層、及び／又は、耐蝕層より成る鏡部の各層を順次スパッタリング又は蒸着により成膜することにより、前記の分割線の形成手順の問題 (前記の問題点 1) が解決できる。

【 0 0 4 0 】

また、透光層成膜後には、粘着シートの表面上の粘着材から不要なガスが揮発することが無くなる。これは、後から図 6 等を用いて詳述する様に、粘着材が露

出していた粘着シートの表面が透光層成膜時に、蒸着、若しくは、スパッタリングにより透光層の形成材料で全面的に覆われてしまうためである。このため、粘着材のガスは揮発しなくなり、その後処理空間内に以前より残留している粘着材の揮発ガスを排気してしまえば、その後は粘着材のガスが蒸着又はスパッタされる金属と化学的に結合することも無くなる。従って、透光層の次に成膜される金属層（反射層）の、反射率は良好に維持される。

【0041】

以上の理由により、鏡部（反射層）を形成する前に分割線（スクライブライン）を半導体ウエハの裏面（基板の裏側表面（ひょうめん））に入れることが容易となり、前記の分割線の形成手順の問題（前記の問題点1）が解消される。

【0042】

尚、この透光層の膜厚は、5 nm以上、10 μ m以下であれば良い。ただし、より望ましいこの膜厚の範囲は、材料の種類にも依存するものの、概ね15～150 nm程度であり、更により望ましくは20～300 nm程度が理想的である。この膜厚が薄過ぎると、粘着材が露出した粘着シートの表面が透光層成膜時に、十分には覆われなくなり、ガスの揮発の抑止効果が不足する。このため、反射層の金属が成膜過程でガスと化学反応し、このため、反射率が劣化すると同時に基板と鏡部との密着性も弱くなる。

また、厚過ぎるとその厚さに応じて透光量が徐々に低下すると共に、成膜コスト（材料、成膜時間等のコスト）が必要以上に高くなる。

【0043】

また、半導体ウエハを半導体発光素子単位に分割するブレイク工程を更に設けることにより、発光素子単位の製造・販売が可能となる。ただし、本工程は、省略することも可能である。例えば、半導体ウエハの購買者が、上記の半導体発光素子単位の分割（上記のブレイク工程）を実施しても良い。

【0044】

尚、半導体結晶の成長基板には、サファイア、スピネル、シリコン、炭化シリコン、酸化亜鉛、リン化ガリウム、砒化ガリウム、酸化マグネシウム、酸化マンガ、酸化ガリウムチチウム（ LiGaO_2 ）、硫化モリブデン（ MoS ）等の

材料を用いることができる。

【0045】

また、前記の分離溝の各種基板に対する深さは、分離溝の幅や、基板の種類、薄板化工程後の厚さ等にも依存するが、例えば、サファイアより発光素子の基板を構成する場合等には、基板の厚みに対する分離溝の深さは、概ね $1/30 \sim 1/2$ 程度で良い。ただし、より望ましくは、10%前後（5～15%）が理想的である。この分離溝が深過ぎると、これにより、分離溝形成工程、薄板化工程、スクライプ工程等の途中の製造工程において生じ得る半導体ウエハの部分的な亀裂等の破損のために、発光素子を所望の形状に正確に分離できなくなる恐れが生じる。また、この分離溝が浅過ぎると、ブレイク工程において発光素子を分割することが困難となるか、又は、所望の形状に正確に分離できなくなる、という恐れが生じる。

【0046】

尚、以上の作用・効果は、少なくとも $Al_x Ga_y In_{1-x-y} N$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x + y \leq 1$) にて表される2元系、3元系、若しくは4元系の半導体から成る半導体層が積層されたLED等のIII族窒化物系化合物半導体発光素子一般に対して得ることができる。また、更に、III族元素の一部は、ボロン（B）、タリウム（Tl）で置き換えても良く、また、窒素（N）の一部、若しくは全部をリン（P）、砒素（As）、アンチモン（Sb）、又はビスマス（Bi）で置き換えても良い。

【0047】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。ただし、本発明は以下に示す実施例に限定されるものではない。

（第1実施例）

図1は、本第1実施例に係わるIII族窒化物系化合物半導体発光素子100（以下、「半導体発光素子100」或いは、単に「素子100」等と言う場合がある。）の模式的な断面図である。本発光素子100は、図14に示した従来技術による半導体発光素子900と殆ど同じ構造をしているが、しかし、本発光素子

100は、サファイヤより成る基板11の裏面に形成された光反射用の鏡部10の構造に大きな特徴を有する。

より具体的には、本第1実施例の半導体発光素子100の構造は、以下に示す通りである。

【0048】

即ち、基板11は、略正方形に形成されている。この基板11の上には窒化アルミニウム(AlN)から成る膜厚約25nmのバッファ層12が設けられ、その上にシリコン(Si)ドープのGaNから成る膜厚約4.0 μm の高キャリア濃度 n^+ 層13(n 型コンタクト層13)が形成されている。この高キャリア濃度 n^+ 層13(n 型コンタクト層13)の上にSiドープの n 型GaNから成る膜厚約0.5 μm の n 型クラッド層14が形成されている。

そして、 n 型クラッド層14の上に膜厚約35ÅのGaNから成るバリア層151と膜厚約35Åの $\text{Ga}_{0.8}\text{In}_{0.2}\text{N}$ から成る井戸層152とが交互に積層された多重量子井戸(MQW)構造の発光層15が形成されている。バリア層151は6層、井戸層152は5層である。発光層15の上には p 型 $\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}$ から成る膜厚約50nmの p 型クラッド層16が形成されている。さらに、 p 型クラッド層16の上には p 型GaNから成る膜厚約100nmの p 型コンタクト層17が形成されている。

【0049】

又、 p 型コンタクト層17の上には金属蒸着による透光性の正電極18Aが、 n^+ 層13の上には負電極18Bが形成されている。透光性の正電極18Aは、 p 型コンタクト層17に接合する膜厚約15Åのコバルト(Co)と、Coに接合する膜厚約60Åの金(Au)とで構成されている。負電極18Bは膜厚約200Åのバナジウム(V)と、膜厚約1.8 μm のアルミニウム(Al)又はAl合金で構成されている。正電極18A上の一部には、CoもしくはNiとAu、Al、又は、それらの合金から成る膜厚約1.5 μm の電極パッド20が形成されている。

更に、基板11の裏面11b(図3)には、後から図8(若しくは図11)を用いて詳細にその積層構成・製法等が説明される様に、鏡部10が形成されている。

【0050】

次に、この発光素子100の製造方法について説明する。

上記発光素子100は、有機金属気相成長法（以下「MOVPE」と略す）による気相成長により製造された。用いられたガスは、アンモニア(NH_3)、キャリアガス(H_2, N_2)、トリメチルガリウム($\text{Ga}(\text{CH}_3)_3$)（以下「TMG」と記す）、トリメチルアルミニウム($\text{Al}(\text{CH}_3)_3$)（以下「TMA」と記す）、トリメチルインジウム($\text{In}(\text{CH}_3)_3$)（以下「TMI」と記す）、シラン(SiH_4)とシクロペンタジエニルマグネシウム($\text{Mg}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$)（以下「 CP_2Mg 」と記す）である。

まず、有機洗浄及び熱処理により洗浄したa面を主面とした単結晶の基板11をMOVPE装置の反応室に載置されたサセプタに装着する。次に、常圧で H_2 を反応室に流しながら温度1100℃で基板11をベーキングした。

次に、基板11の温度を400℃まで低下させて、 H_2 、 NH_3 及びTMAを供給してAlNのバッファ層12を約25nmの膜厚に形成した。

【0051】

次に、基板11の温度を1150℃に保持し、 H_2 、 NH_3 、TMG及びシランを供給し、膜厚約4.0 μm 、電子濃度 $2 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ のGaNから成る高キャリア濃度 n^+ 層13を形成した。

次に、基板11の温度を1150℃に保持し、 N_2 又は H_2 、 NH_3 、TMG、TMA及びシランを供給して、膜厚約0.5 μm 、電子濃度 $1 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ のGaNから成るクラッド層14を形成した。

上記のクラッド層14を形成した後、続いて、 N_2 又は H_2 、 NH_3 及びTMGを供給して、膜厚約35ÅのGaNから成るバリア層151を形成した。次に、 N_2 又は H_2 、 NH_3 、TMG及びTMIを供給して、膜厚約35Åの $\text{Ga}_{0.8}\text{In}_{0.2}\text{N}$ から成る井戸層152を形成した。さらに、バリア層151と井戸層152を同一条件で4周期形成し、その上にGaNから成るバリア層151を形成した。このようにして5周期のMQW構造の発光層15を形成した。

【0052】

次に、基板11の温度を1100℃に保持し、 N_2 又は H_2 、 NH_3 、TMG、TMA及び CP_2Mg を供給して、膜厚約50nm、マグネシウム(Mg)をドーブしたp型 $\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}$

N から成るクラッド層 1 6 を形成した。

次に、基板 1 1 の温度を1100℃に保持し、 N_2 又は H_2 、 NH_3 、TMG 及び CP_2Mg を供給して、膜厚約100nm、Mgをドーピングした p 型GaN から成るコンタクト層 1 7 を形成した。

次に、コンタクト層 1 7 の上にエッチングマスクを形成し、所定領域のマスクを除去して、マスクで覆われていない部分のコンタクト層 1 7、クラッド層 1 6、発光層 1 5、クラッド層 1 4、 n^+ 層 1 3 の一部を塩素を含むガスによる反応性イオンエッチングによりエッチングして、 n^+ 層 1 3 の表面を露出させた。

次に、以下の手順で、 n^+ 層 1 3 に対する電極 1 8 B と、コンタクト層 1 7 に対する透光性の電極 1 8 A とを形成した。

【 0 0 5 3 】

(1) フォトリソグレイスを塗布し、フォトリソグラフィにより n^+ 層 1 3 の露出面上の所定領域に窓を形成して、 10^{-6} Torr オーダー以下の高真空中に排気した後、膜厚約 200 Å のバナジウム(V) と膜厚約 $1.8 \mu m$ のAlを蒸着した。次に、フォトリソグレイスを除去する。これにより n^+ 層 1 3 の露出面上に電極 1 8 B が形成される。

(2) 次に、表面上にフォトリソグレイスを一様に塗布して、フォトリソグラフィにより、コンタクト層 1 7 の上の電極形成部分のフォトリソグレイスを除去して、窓部を形成する。

(3) 蒸着装置にて、フォトリソグレイス及び露出させたコンタクト層 1 7 上に、 10^{-6} Torr オーダー以下の高真空中に排気した後、膜厚約15 Å のCoを成膜し、このCo上に膜厚約60 Å のAuを成膜する。

【 0 0 5 4 】

(4) 次に、試料を蒸着装置から取り出し、リフトオフ法によりフォトリソグレイス上に堆積したCo、Auを除去し、コンタクト層 1 7 上に透光性の電極 1 8 A を形成する。

(5) 次に、透光性の電極 1 8 A 上の一部にボンディング用の電極パッド 2 0 を形成するために、フォトリソグレイスを一様に塗布して、その電極パッド 2 0 の形成部分のフォトリソグレイスに窓を開ける。次に、CoもしくはNiとAu、Al、又は、それらの合金を膜厚 $1.5 \mu m$ 程度に、蒸着により成膜させ、(4) の工程と同様に、リ

フトオフ法により、フォトレジスト上に堆積したCoもしくはNiとAu、Al、又はそれらの合金から成る膜を除去して、電極パッド20を形成する。

(6) その後、試料雰囲気真空ポンプで排気し、 O_2 ガスを供給して圧力 3Paとし、その状態で雰囲気温度を約 550℃にして、3 分程度、加熱し、コンタクト層17、クラッド層16をp型低抵抗化すると共にコンタクト層17と電極18Aとの合金化処理、 n^+ 層13と電極18Bとの合金化処理を行った。

このようにして、鏡部10のない半導体ウエハ200が形成される。

【0055】

以下、図2～図8を用いて、鏡部10の形成方法と半導体発光素子100の分離方法について説明する。

図2は、本第1実施例の分離溝形成工程を説明する半導体ウエハ200の模式的な断面図である。まず、本図2に示すように、ブレード40を用いて基板11に達する程度の深さに半導体ウエハ200をダイシングし、分離溝21を形成する（分離溝形成工程）。この分離溝の基板に対する深さ（基板上面からの深さ）は、約 $6\mu m \sim 15\mu m$ 程度で良い。本実施例においては、約 $10\mu m$ 程度とした。

【0056】

次に、研磨盤を用いて、図2の半導体ウエハ200の基板11の下面11bを研磨し、基板11を薄板化する（薄板化工程）。これにより、図3に示す断面構成、及び図4に示す平面構成が得られる。即ち、この状態を、基板11の下面11b側から見ると、図4に示す様に、分離溝21の部分が最も薄肉であるので、分離溝21を視覚的に認識することができる。ただし、図3、図4は、それぞれ本実施例の半導体ウエハ200の薄板化工程終了後の模式的な断面図、及び、基板側（下面11b）から見た模式的な平面図である。

【0057】

次に、電極が形成されている面に、ステンレス製の支持リング60にて支持されている粘着シート24を貼着し、図5、及び図6（a）に示す構成を得る（貼り付け工程）。ただし、図5は、本第1実施例の本貼り付け工程後の粘着シート24を有する半導体ウエハ200（以下、「半導体ウエハ201」と言う。）の

模式的な断面図であり、図6は、本貼り付け工程、及びその後のスクライブ工程を説明する、基板側から見た半導体ウエハ201の模式的な平面図である。

【0058】

次に、基板11の下面11b側を分離溝21に沿ってスクライバを用いてスクライビングし、分割線（スクライブライン）25を形成する（スクライブ工程：図6（b））。この分割線形成後の断面構成を示せば、図7のようになる。即ち、図7は、本第1実施例の半導体ウエハ201のスクライブ工程後の断面形状を示す模式的な断面図である。

【0059】

次に、以下のスパッタリング実施条件に従って、基板11の下面11b上に、透光層101、反射層102、及び耐蝕層103をそれぞれ順次積層することにより鏡部10を形成する。

（スパッタリング実施条件）

（1）透光層101（膜厚約30nmの Al_2O_3 層）

（a）スパッタリング方式：RFスパッタ（100W）

（b）スパッタ装置の処理空間内の到達真空度： 2×10^{-4} Pa

（c）加圧に使用する不活性ガスのガス圧： 4×10^{-1} Pa（Arガス）

（2）反射層102（膜厚約300nmのAl層）

（a）スパッタリング方式：DCスパッタ（200mA, 380V）

（b）スパッタ装置の処理空間内の到達真空度： 2×10^{-4} Pa

（c）加圧に使用する不活性ガスのガス圧： 4×10^{-1} Pa（Arガス）

（3）耐蝕層103（膜厚約100nmの Al_2O_3 層）

（a）スパッタリング方式：RFスパッタ（100W）

（b）スパッタ装置の処理空間内の到達真空度： 2×10^{-4} Pa

（c）加圧に使用する不活性ガスのガス圧： 4×10^{-1} Pa（Arガス）

【0060】

以上の様にして、図8に示される鏡部10が形成される（鏡部成膜工程）。即ち、図8は、本第1実施例の半導体ウエハ201の鏡部成膜工程後の断面形状を示す模式的な断面図である。

次に、ブレーキング装置により分割線付近に荷重を作用させて、ウエハをチップに分離し、図1の構成を得る（ブレイク工程）。

【0061】

上記に示すように、基板11下面に鏡部10を形成することにより、反射層102の反射率の劣化が抑制できるため、発光層15より出力される光を効果的に反射できる（高光度化）。例えば、上記の様に本発明に基づいて製造された発光素子100は、基板の裏面に鏡部を有しない従来の半導体発光素子と比べて、約130%の光度を示した。

また、鏡部10は基板11の下面11bから剥離する恐れがない（長寿命化）。

【0062】

図9は、本第1実施例における半導体ウエハ201から、上記のブレーキングにより分離した III族窒化物系化合物半導体発光素子100の長時間連続通電テストにおけるテスト結果を示す表である。ただし、光度維持率（%）とは、発光素子の初期の光度に対する連続通電後の光度の比率（百分率）を示すものである。この表に示されるように、長時間連続通電後も、本発明に基づいて製造された発光素子100は、鏡部10により、従来の構造の鏡部90を有する発光素子900よりも光を効果的に反射して、高い発光強度を示すことが判る。

【0063】

尚、透過層101、反射層102、及び耐蝕層103の形成は、上記のブレーク工程後に実施しても良い。

【0064】

（第2実施例）

その他の製造方法として、本第2実施例では、半導体ウエハ300（図4）より、図1に示す構成（断面形状）を有する III族窒化物系化合物半導体発光素子100を得るまでの各工程について説明する。

【0065】

本第2実施例の薄板化工程終了後の基板側（11b）から見た半導体ウエハ300の模式的な平面図を図4に示す。この薄板化工程終了後の半導体ウエハ300

0 は、上記の第 1 実施例の薄板化工程終了後の半導体ウエハ 2 0 0 (図 4) と同じものである。

【 0 0 6 6 】

その後、半導体ウエハ 3 0 0 をアセトン又は IPA 等により、有機洗浄し、基板の表面温度を約 1 5 0℃にまで、昇温する。

次に、図 1 0 に示す様に、マスク工程を実施する。図 1 0 は、本第 2 実施例のマスク工程及び鏡部成膜工程を説明する半導体ウエハ 3 0 0 と外付けマスク 7 0 の模式的な平面図 (a) , (b) 及び、模式的な断面図 (c) である。

本半導体ウエハ 3 0 0 から分離可能な III 族窒化物系化合物半導体発光素子 1 0 0 の平面図上の形状は、その一辺 (L 1) が約 3 3 0 μ m の略正方形である (図 1 0 (a)) 。

【 0 0 6 7 】

また、外付けマスク 7 0 はステンレスにより、図 1 0 (b) に示す様な格子型の網状に形成されており、この外付けマスク 7 0 によりマスクされるストライプ幅 D 2 は、分離溝 2 1 のストライプ幅 L 2 の約 3 倍に設定されている。

外付けマスク 7 0 は、図 1 0 (c) に示す様に、基板 1 1 の底面 1 1 b に対して略平行に、かつ、外付けマスク 7 0 のストライプ幅 D 2 の中心線が、分離溝 2 1 のストライプ幅 L 2 の中心線と略一致する様に配置される (マスク工程) 。

【 0 0 6 8 】

尚、基板 1 1 の底面 1 1 b と、外付けマスク 7 0 との間隔は、その後順次積層される鏡部 1 0 の厚さや、その材料等に応じて決定すれば良い。また、その間隔は、約 0 μ m としても良い。また、上記の昇温は、外付けマスク 7 0 に対する通電によって外付けマスク 7 0 を加熱することにより実施しても良い。また、上記の昇温は、必ずしも実施しなくとも良い。

【 0 0 6 9 】

図 1 1 に、上記のマスキングに基づいて実施した鏡部成膜工程後の半導体ウエハ 3 0 0 の模式的な断面図を示す。多層構造の反射層 1 0 2 0 は、膜厚約 9 0 0 Å の Ag 層 1 0 2 a と、膜厚約 3 0 0 Å の Ni / Mo 層 1 0 2 b と、膜厚約 3 0 0 0 Å の Au 層 1 0 2 c とから構成されている。これらの金属層の成膜は、エレ

クトロンビーム蒸着により実施することができる。

その後、耐蝕層 1 0 3 を上記のマスキングに基づいて、第 1 実施例と略同様の条件で形成した。ただし、本第 2 実施例における耐蝕層 1 0 3 は、必ずしも形成しなくとも良い。

【 0 0 7 0 】

この様な構成によっても、通常、反射層の反射率は膜厚が約 8 0 0 ~ 1 0 0 0 Å 程度で飽和するため十分に高い反射率が得られ、尚且つ、高い耐蝕性をも同時に確保することができる。即ち、例えば、この様に鏡部 1 0 を構成することによっても、第 1 実施例の場合と同等レベルの高い反射率と耐蝕性を得ることができる。

【 0 0 7 1 】

その後、第 1 実施例と同様の貼り付け工程を実施することにより、図 1 2 に模式的に示す、粘着シート 2 4 を有する半導体ウエハ 3 0 1 の断面構成を得る。

その後、第 1 実施例と同様のスクライブ工程を実施することにより、図 1 3 に模式的に示す、分割線 2 5 を有する半導体ウエハ 3 0 1 の断面構成を得る。

【 0 0 7 2 】

次に、ブレーキング装置により分割線付近に荷重を作用させて、ウエハをチップに分離し、図 1 の構成を得る（ブレイク工程）。

【 0 0 7 3 】

以上に示すように、基板 1 1 下面に鏡部 1 0 を形成することにより、反射層 1 0 2 0（特に、光を反射する主たる層 1 0 2 a）の反射率の劣化が抑制できるため、発光層 1 5 より出力される光を効果的に反射できる（高光度化）。

【 0 0 7 4 】

また、鏡部 1 0 は分割線（スクライブライン）の設定予定領域には積層（成膜）されないので、半導体ウエハ 3 0 1 では、スクライブ工程において鏡部 1 0 側から分離溝 2 1 を視覚的に容易に認識できる。よって、半導体ウエハ 3 0 1 では、基板 1 1 の下面に鏡部 1 0 を形成した後のスクライビングが容易となり、更に、この分割線によりその後の素子 1 0 0 の分割が容易に行える。

【 0 0 7 5 】

また、第2実施例においては、鏡部成膜工程においては、まだ粘着シートが使用されていないため、この段階で半導体ウエハ300を洗浄したり、加熱したりすることが可能である。また、成膜時にも粘着シートがないため不要なガスが揮発しないので、基板面に透光層101を成膜しなくとも反射率や密着性の高い鏡部を形成することができる。

【0076】

また、多層構造の反射層1020の代わりに、例えば、膜厚1000Å程度のロジウム(Rh)よりなる金属層を形成しても良い。Rhは、基板との密着性に優れており、また、耐蝕性や反射率も比較的高いため、この様な金属層によっても高い密着性と反射率を同時に確保することができる。

【0077】

また、外付けマスクを厚さが20μm以上、500μm以下のステンレスより形成することにより、上記の外付けマスクを作成することができる。ただし、この厚さの範囲は、より望ましくは、約30～300μm程度であり、更により望ましくは、50μm前後(約30～100μm程度)が理想的である。この厚さが薄過ぎるとこの外付けマスクの再利用が不能となったり、破損し易くなったりして、望ましくない。また、この厚さが厚過ぎるとマスクすべき領域の縁の境界線周辺での鏡部の膜厚にバラツキが生じ易くなり、正確なマスクができなくなる。

【0078】

また、外付けマスクがマスクするストライプ幅は、分離溝の幅の概ね1倍以上、10倍以下程度が良い。分離溝の幅に対するこのストライプ幅の比の範囲は、分離溝の幅の絶対値にもよるが、望ましくは、およそ2倍から5倍程度であり、更により望ましくは、3倍前後が理想的である。この幅が広過ぎると、鏡部の有効面積が狭くなり、反射光の光量が低下する。また、この幅が狭過ぎると、極めて高度なマスクの位置付け精度が要求されると同時に、鏡部成膜後、スクライビングカッターの位置合わせを行う際に分離溝を視覚的に認識することが難しくなる。

【0079】

尚、上記の各実施例においては、発光素子 1 0 0 の発光層 1 5 は MQW 構造としたが、SQW や $\text{Ga}_{0.8}\text{In}_{0.2}\text{N}$ 等から成る単層、その他、任意の混晶比の 4 元、3 元系の AlGaInN としても良い。又、p 型不純物として Mg を用いたがベリリウム (Be)、亜鉛 (Zn) 等の 2 族元素を用いることができる。

又、本発明は LED や LD の発光素子に利用可能であると共に受光素子にも利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の各実施例に係わる III 族窒化物系化合物半導体発光素子 1 0 0 の模式的な断面図。

【図 2】

本発明の第 1 及び第 2 実施例の分離溝形成工程を説明する半導体ウエハ 2 0 0 の模式的な断面図。

【図 3】

本発明の第 1 及び第 2 実施例の薄板化工程を説明する半導体ウエハ 2 0 0 の模式的な断面図。

【図 4】

本発明の第 1 及び第 2 実施例の薄板化工程終了後の基板側 (1 1 b) から見た半導体ウエハ 2 0 0 又は 3 0 0 の模式的な平面図。

【図 5】

本発明の第 1 実施例の貼り付け工程を説明する半導体ウエハ 2 0 1 の模式的な断面図。

【図 6】

本発明の第 1 実施例の貼り付け工程及びスクライブ工程を説明する、基板側から見た半導体ウエハ 2 0 1 の模式的な平面図。

【図 7】

本発明の第 1 実施例のスクライブ工程を説明する半導体ウエハ 2 0 1 の模式的な断面図。

【図 8】

本発明の第 1 実施例の鏡部成膜工程を説明する半導体ウエハ 2 0 1 の模式的な断面図。

【図 9】

本発明の第 1 実施例における半導体ウエハ 2 0 1 から、ブレーキングにより分離した III 族窒化物系化合物半導体発光素子 1 0 0 のテスト結果を示す表。

【図 1 0】

本発明の第 2 実施例のマスク工程及び鏡部成膜工程を説明する半導体ウエハ 3 0 0 の模式的な平面図 (a), (b) 及び、模式的な断面図 (c)。

【図 1 1】

本発明の第 2 実施例の鏡部成膜工程を説明する半導体ウエハ 3 0 0 の模式的な断面図。

【図 1 2】

本発明の第 2 実施例の貼り付け工程を説明する半導体ウエハ 3 0 1 の模式的な断面図。

【図 1 3】

本発明の第 2 実施例のスクライプ工程を説明する半導体ウエハ 3 0 1 の模式的な断面図。

【図 1 4】

従来技術による III 族窒化物系化合物半導体発光素子 9 0 0 の模式的な断面図。

【符号の説明】

1 0 0 … LED (III 族窒化物系化合物半導体発光素子)

2 0 0, 2 0 1, 3 0 0,

3 0 1 … 半導体ウエハ

1 1 … 基板

1 2 … バッファ層

1 3 … n 型コンタクト層

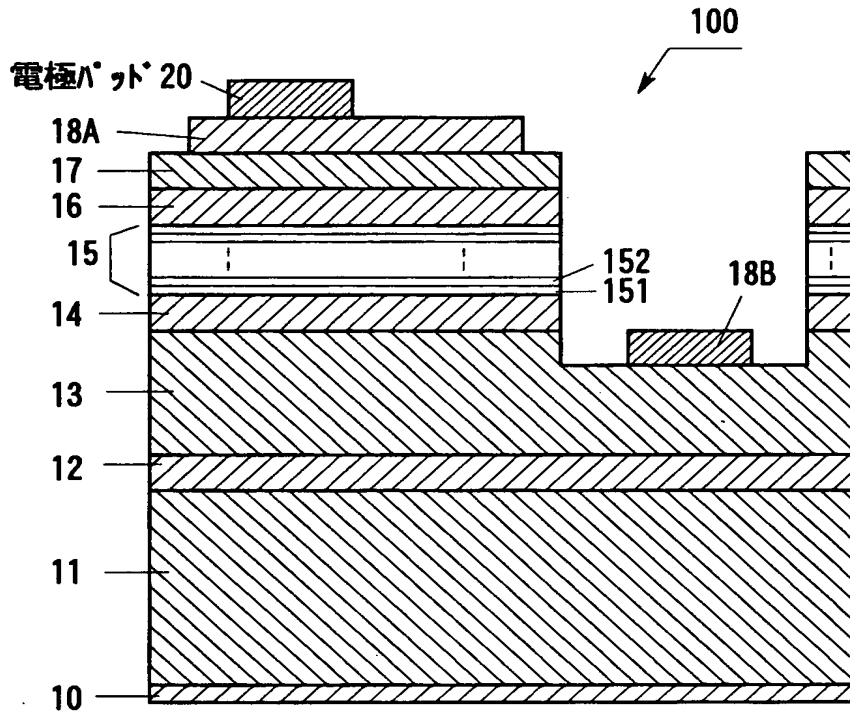
1 4 … n 型クラッド層

1 5 … 発光層 (MQW 発光層)

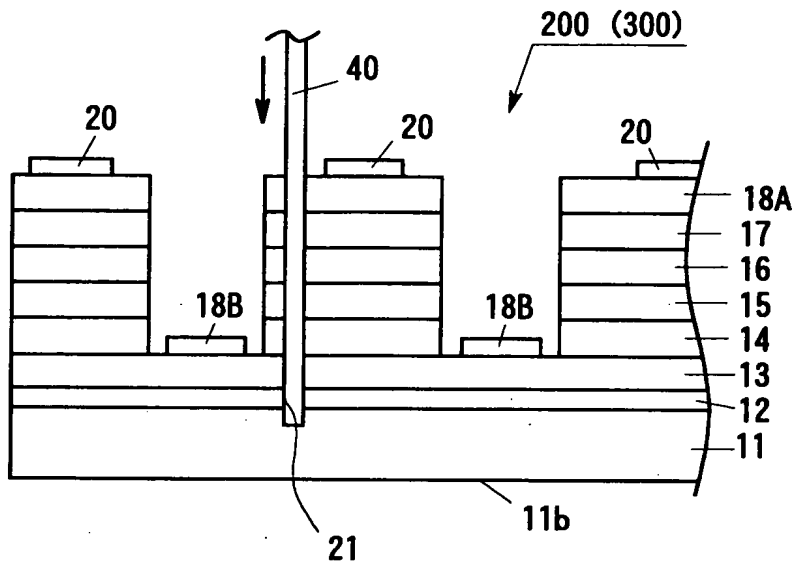
- 1 6 ... p 型クラッド層
- 1 7 ... p 型コンタクト層
- 1 8 A ... 正電極金属層
- 1 8 B ... 負電極金属層
- 1 0 ... 鏡部
- 1 0 1 ... 透光層
- 1 0 2 ... 反射層
- 1 0 3 ... 耐蝕層
- 2 1 ... 分離溝
- 2 4 ... 粘着シート
- 2 5 ... 分割線（スクライブライン）
- 4 0 ... ブレード（ダイシング・カッター）
- 7 0 ... 外付けマスク

【書類名】 図面

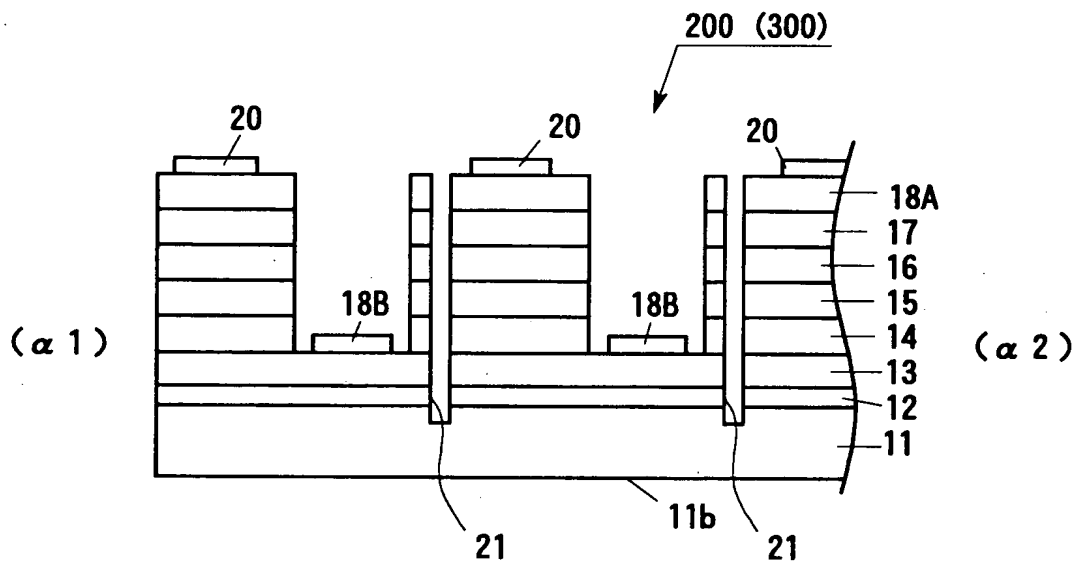
【図 1】



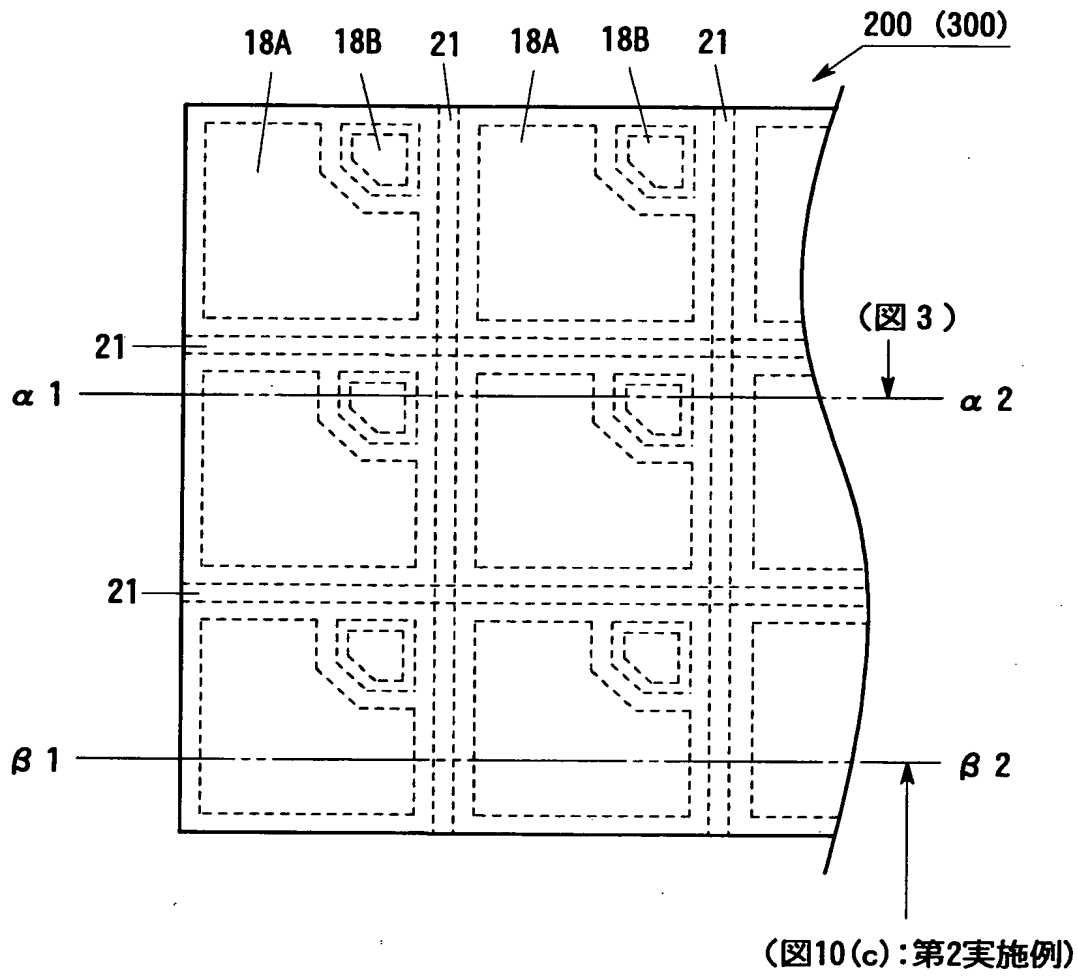
【図 2】



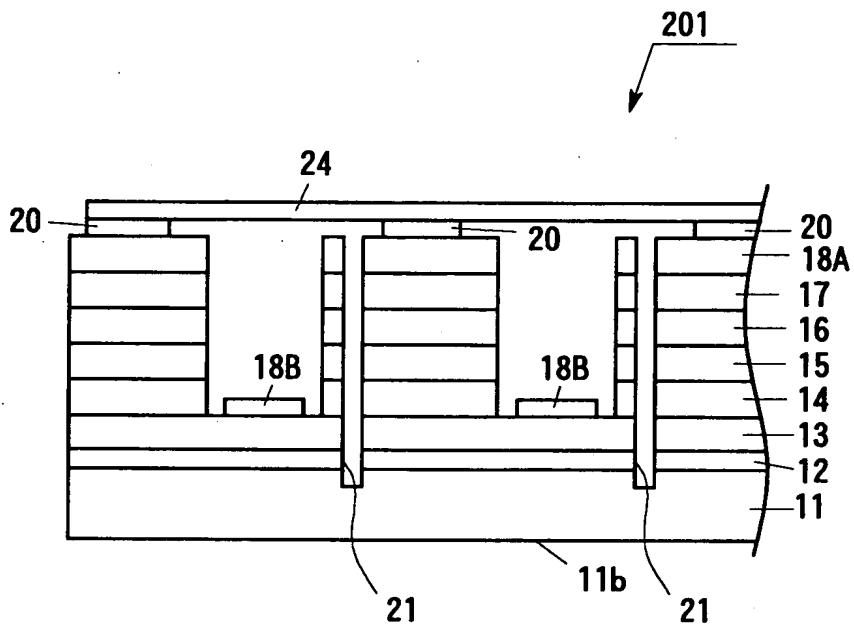
【図 3】



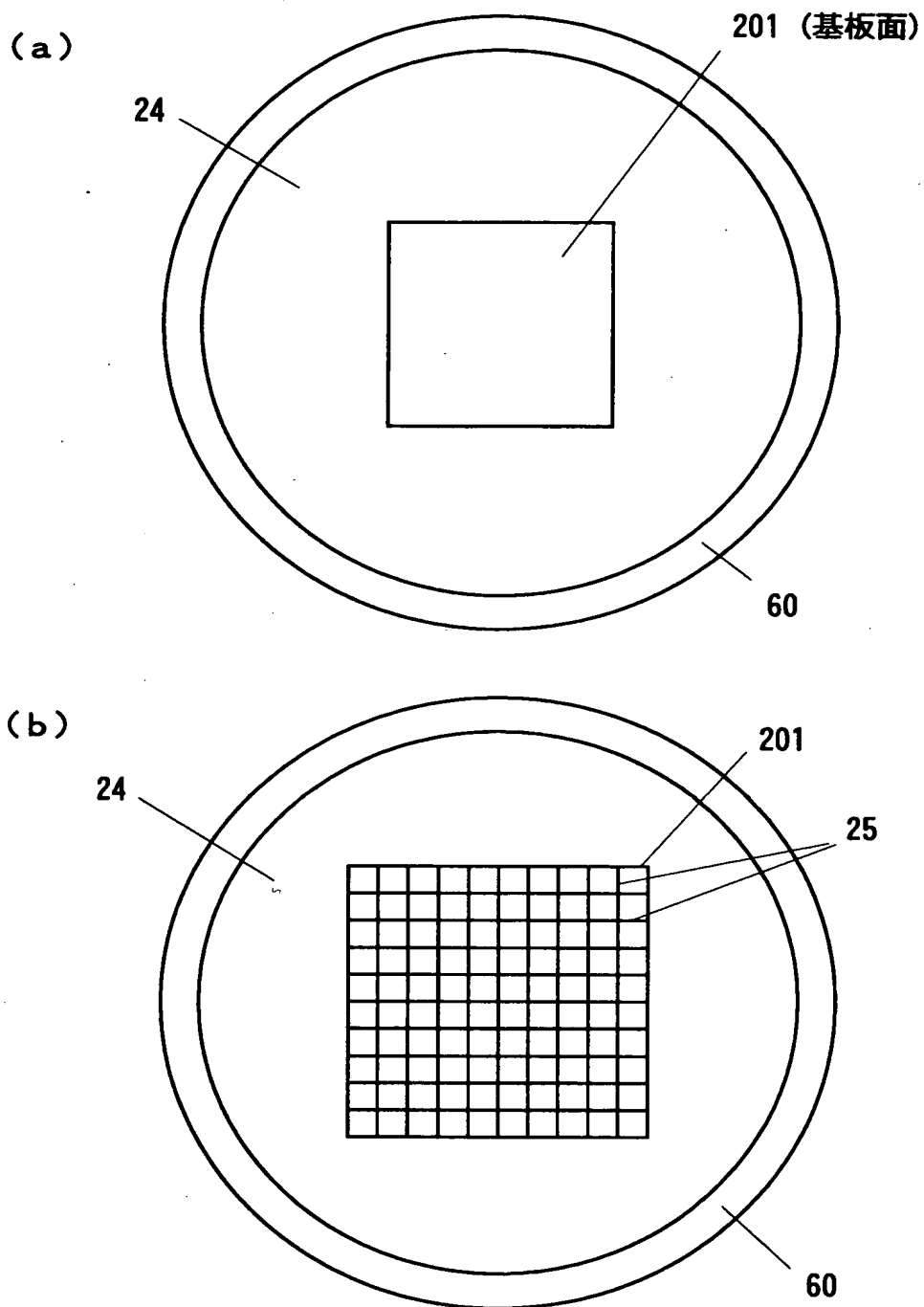
【図 4】



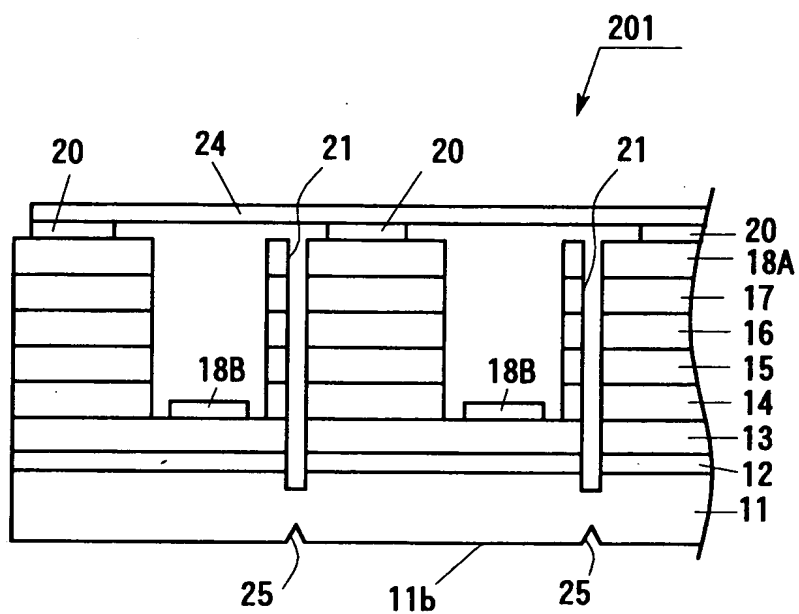
【図 5】



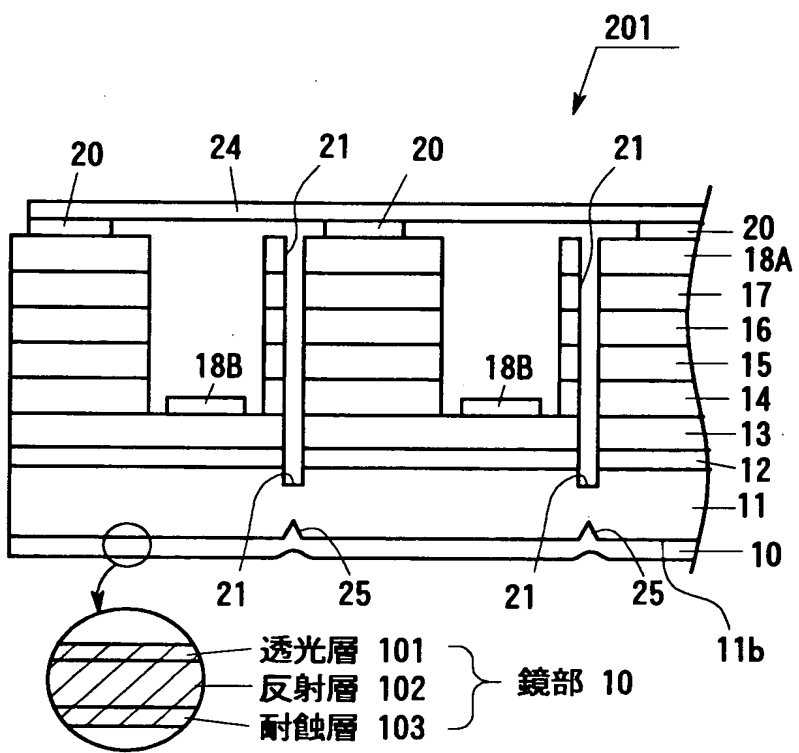
【図 6】



【図 7】



【図 8】

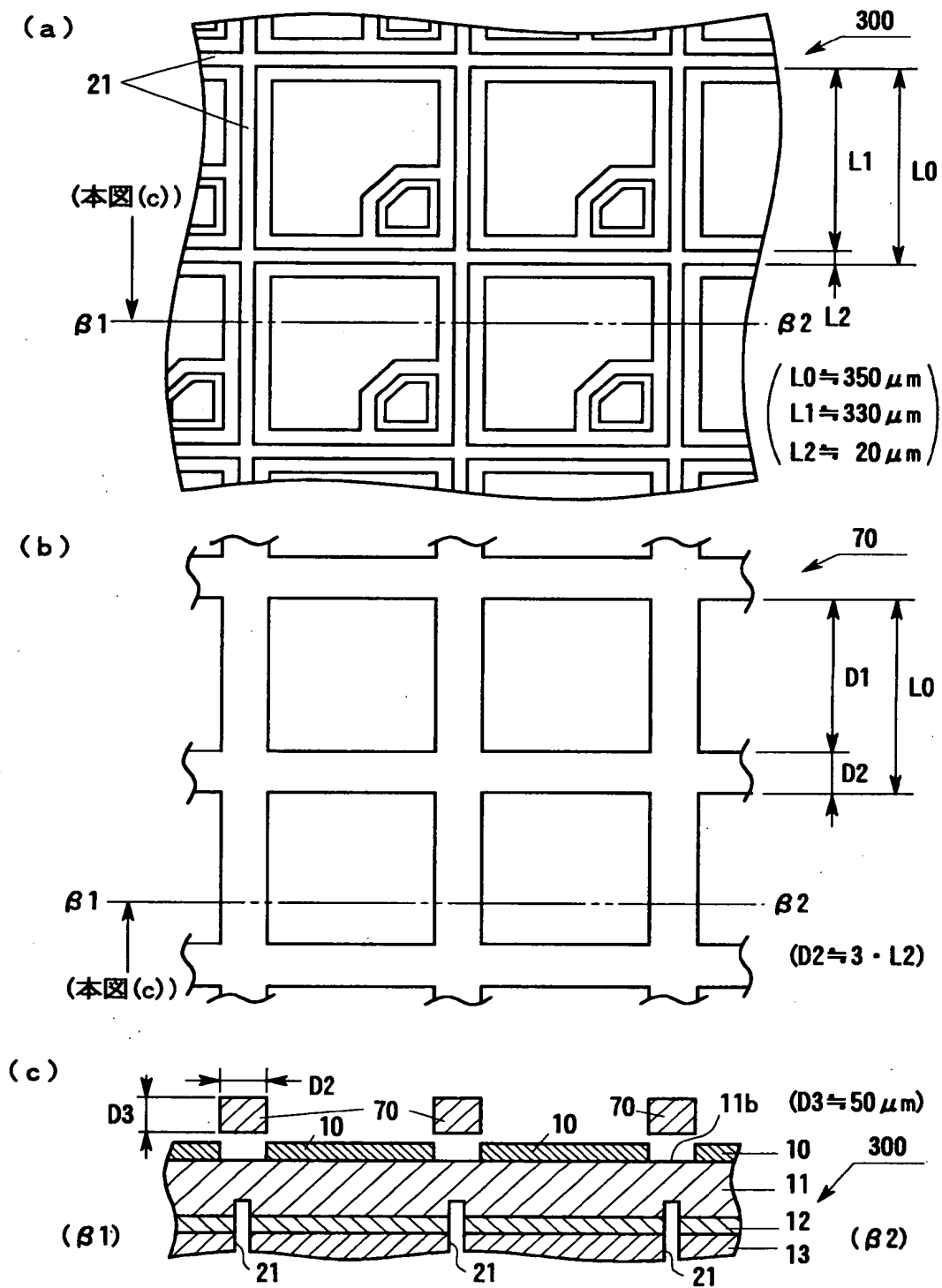


【図 9】

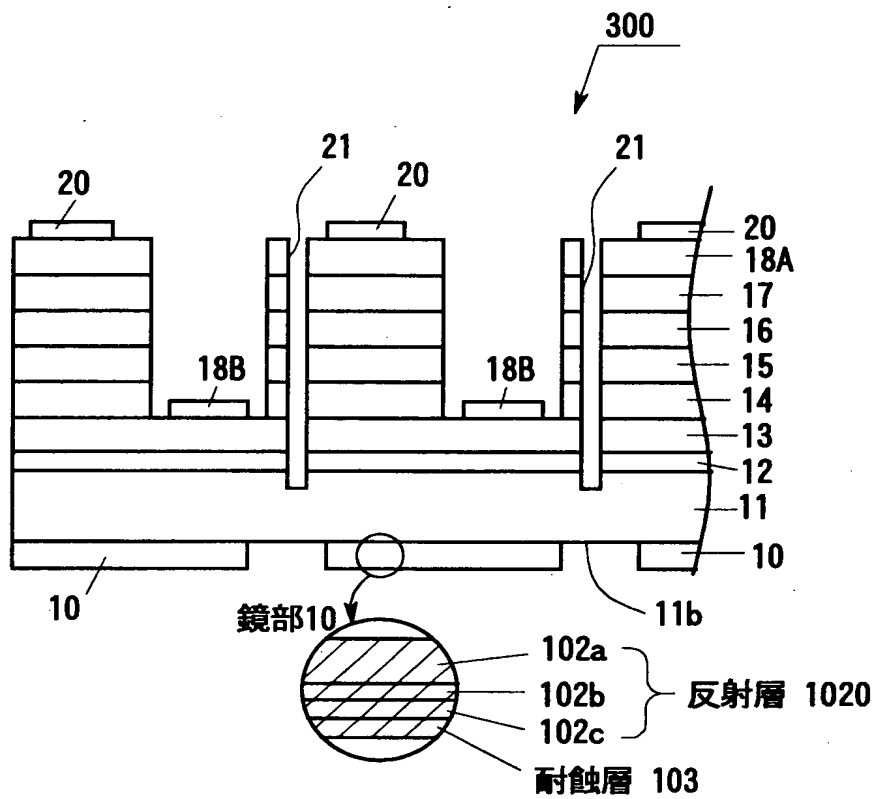
〔光度維持率（％）の測定結果〕

		光度維持テスト実施条件	
		条件 1	条件 2
条件設定項目	連続通電時間	500 [hr]	500 [hr]
	通電量（電流値）	30 [mA]	30 [mA]
	温 度	25 [℃]	100 [℃]
光度維持率	発光素子 100	90～100 (%)	90～100 (%)
	発光素子 900	65～ 75 (%)	60～ 70 (%)

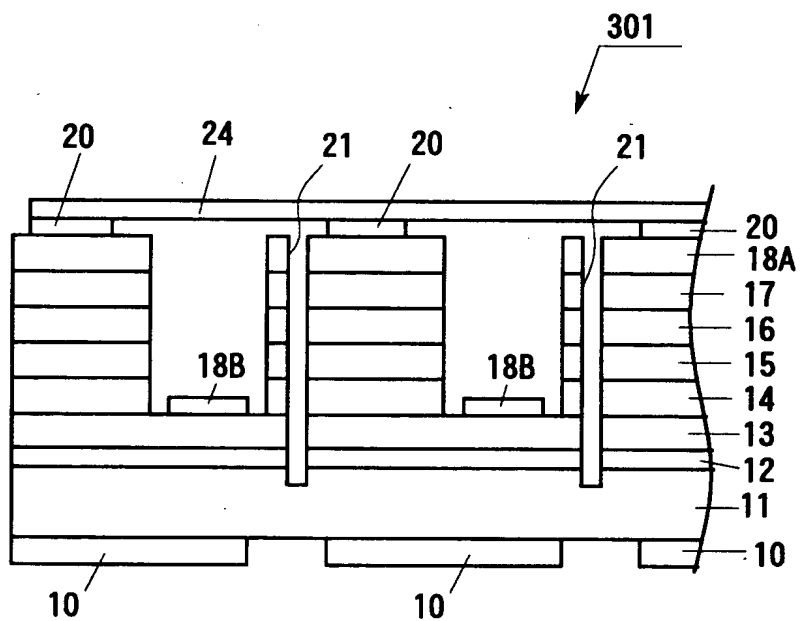
【図 10】



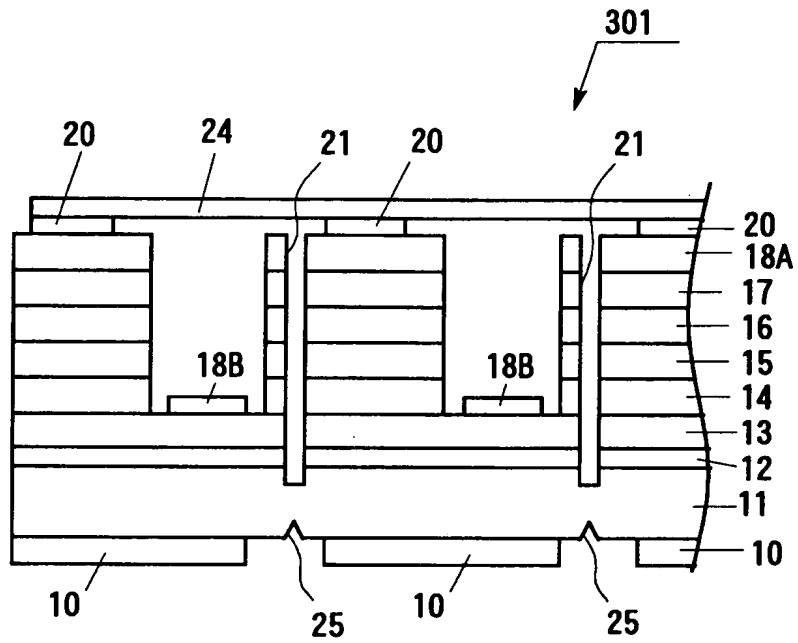
【図 1 1】



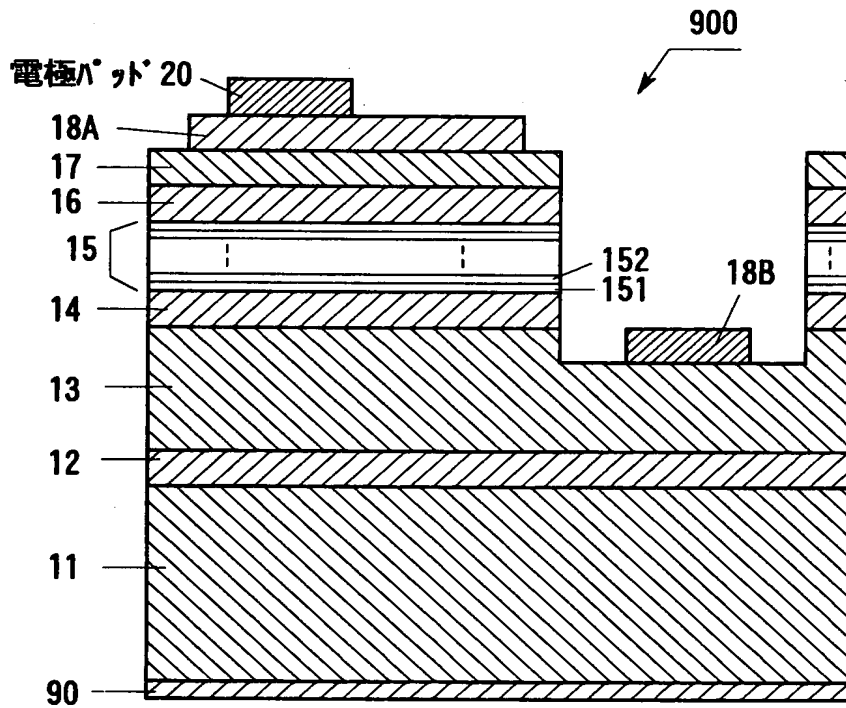
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高光度で長寿命の半導体発光素子を低コストで量産可能にする。

【解決手段】 発光素子単位の分離溝 2 1 を切削形成する分離溝形成工程と、半導体ウェハの基板 1 1 を研削又は研磨する薄板化工程と、ウェハの基板側の面 1 1 b を表にして粘着シート 2 4 に貼り付ける貼り付け工程と、面 1 1 b に発光素子単位の分割線 2 5 を罫描くスクライブ工程と、透光層 1 0 1 と反射層 1 0 2 と耐蝕層 1 0 3 の 3 層より成る鏡部 1 0 の各層を順次スパッタリング又は蒸着により成膜する鏡部成膜工程を順次実行する。この透光層の材料はシート上にも成膜されるので、粘着材から揮発し易いガスは封止され、反射層 1 0 2 の金属とは化学結合しなくなる。よって、反射層の反射率は良好に維持できる。反射層は多層構造でも良い。

【選択図】 図 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000241463]

1. 変更年月日 1990年 8月 9日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地

氏 名 豊田合成株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003609]

1. 変更年月日 1990年 9月 6日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1
氏 名 株式会社豊田中央研究所